



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 03 470 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 6/48**  
G 02 B 6/50  
G 02 B 6/44

⑲ Aktenzeichen: 100 03 470.5  
⑳ Anmeldetag: 27. 1. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 2. 8. 2001

**DE 100 03 470 A 1**

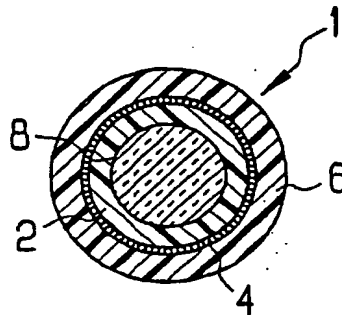
⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

⑦② Erfinder:  
Lederer, Tobias, 80687 München, DE; Einsle,  
Günter, 81479 München, DE; Mayr, Ernst, 82319  
Starnberg, DE; Müller, Thomas, Dipl.-Ing., 96515  
Sonneberg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren sowie Kunststoffrohr und LWL-Element zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen

⑤⑦ Es wird ein Verfahren zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen angegeben, wobei selbsttragende Kunststoffrohre an der Freileitungsanlage installiert und danach die Kunststoffrohre mit LWL-Elementen bestückt werden. Das selbsttragende ist querdruckstabil und zugfest ausgeführt. Das LWL-Element zum Einführen in das Kunststoffrohr hat mehrere LWL-Fasern, die mit Quellvlies und/oder Quellgarn verseilt sind.



**DE 100 03 470 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein Kunststoffrohr und ein LWL-Element (Lichtwellenleiter-Element) zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen.

Es ist bekannt, zur Bestückung von Freileitungsanlagen oder Hochspannungseinrichtungen mit einer LWL-Übertragungsstrecke sogenannte LWL-ADSS-Kabel (ADSS = All Dielectric Self Supporting) einzusetzen. Zu der Installation des LWL-ADSS-Kabels, die entweder beim Aufbau der Freileitung oder auf nachträglich in eine existierende Leitung eingebaut werden kann, werden die LWL-ADSS-Kabel von einem Masten zum nächsten gespannt und an den Masten beispielsweise durch Abspannschrauben abgespannt.

Derartige LWL-ADSS-Kabel haben einen Kabelmantel aus Kunststoff, der die LWL-Fasern umgibt. Wenn ein derartiges Kabel zwischen zwei Freileitungsmasten abgespannt ist, bildet sich aufgrund des Gewichtes des Kabels ein Durchhang, d. h. das Kabel wird länger, bis sich ein gewisses Gleichgewicht eingestellt hat. Die LWL-Fasern andererseits können sich nicht im gleichen Maße wie der Kabelmantel ausdehnen, und aus diesem Grund müssen gewisse Überlängen der LWL-Fasern zur Verfügung gestellt werden, um die unterschiedliche Ausdehnung zwischen Kabelmantel und LWL-Fasern nach der Installation ausgleichen zu können. Dazu ist eine aufwendige Fertigung notwendig, um eine Überlängenzuordnung vorzusehen, die dafür sorgt, dass bei einer Ausdehnung des Kabelmantels eine genügende Länge an LWL-Fasern nachgeführt werden kann.

Man hat versucht, dieses Problem dadurch zu lösen, dass die LWL-Fasern in dem Kabel nicht geradlinig sondern wellenförmig angeordnet werden, so dass die dadurch entstehenden Überlängen bei der Ausdehnung des Kabelmantels zur Verfügung stehen. Nach der Installation des Kabels und nach der Ausdehnung des Kabelmantels werden dann Faserüberlängen aus dem Kabel herausgezogen, um die Länge der LWL-Fasern von einem Freileitungsmasten zum nächsten zu verkürzen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Längenausgleich zwischen LWL-Fasern und Kabelmantel bei LWL-ADSS-Kabeln ein Problem ist.

Man hat auch versucht, den Kabelmantel entsprechend wenig dehnbar auszugestalten, so dass er unter Zugbeanspruchung sich möglichst wenig verlängert. Dazu ist es aber erforderlich, den Kabelmantel mit aufwendigen Materialien und mit einer aufwendigen Struktur aufzubauen, was zu dem Gewicht und den Kosten eines derartigen Kabels erheblich beiträgt.

Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie ein Kunststoffrohr und ein LWL-Element zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit einer LWL-Übertragungsstrecke bereitzustellen, wobei die LWL-Übertragungsleitung preisgünstig und mit geringem Gewicht auszuführen sein soll und das Problem der unterschiedlichen Längenausdehnung eines die LWL-Fasern umgebenden Kunststoffes und der LWL-Fasern unter Zug so weit wie möglich vermieden werden soll.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass selbsttragende Kunststoffrohre an der Freileitungsanlage installiert werden, und dass danach die Kunststoffrohre mit LWL-Elementen bestückt werden. Bei diesem Verfahren ist besonders vorteilhaft, dass die selbsttragenden Kunststoffrohre bereits im Vorfeld der Installationsarbeiten angebracht werden können, und dass die LWL-Fasern einzeln, im Bündel oder als Kabel nachträglich eingebracht werden. Nachdem die LWL-Elemente erst nach der Installation der Kunststoffrohre in diese eingeführt werden, können die LWL-Elemente genau mit

der Länge installiert werden, die nach der Längenausdehnung der Kunststoffrohre aufgrund der Zugspannung erforderlich ist. Die aufwendige Fertigung mit Überlängenzuordnung, die bei den LWL-ADSS-Kabeln erforderlich ist, kann entfallen, und überschüssige Faserlängen brauchen nicht mehr aus der LWL-Übertragungsleitung herausgezogen werden. Auch das Gewicht der LWL-Übertragungsleitung kann reduziert, weil die Längenausdehnung der Leitung kein Problem mehr darstellt, so dass eine gewisse Längenausdehnung in Kauf genommen werden kann, die größer ist als die Längenausdehnung, die bei LWL-ADSS-Kabeln noch akzeptabel ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr an Trag- oder Abspannmasten der Freileitung über Abspannschrauben, vorzugsweise zusätzlich mit Unterspiralen, abgespannt wird. Dabei ist vorteilhaft, dass die Kunststoffrohre mit der bekannten und bewährten Technik der Abspannschrauben aufgehängt werden können, so dass für die Installation der Kunststoffrohre keine zusätzliche Entwicklung für die Installation mehr erforderlich ist. Wegen des leichteren Unterbaus des Kunststoffrohres ist der Einsatz von Unterspiralen vorteilhaft.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffrohre an den Masten durch Kunststoffrohrverbinder miteinander verbunden werden. Die Kunststoffrohre können somit in vorteilhafter Weise einfach dadurch miteinander verbunden werden, dass ein Kunststoffrohrverbinder zwischen den beiden Enden vorgesehen wird, wobei in vorteilhafter Weise einfach dafür gesorgt werden kann, dass beim Zusammenfügen der Verbinder im Innendurchmesser keine Stufe entsteht, was das Einführen der LWL-Elemente behindern würde. Wenn die Kunststoffrohre, die zwischen mehreren Freileitungsmasten gespannt sind, auf diese Weise miteinander verbunden werden, können die LWL-Elemente über mehrere Abstände von Mast zu Mast eingeführt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente eingebracht oder eingeblasen werden. Es handelt sich dabei um bewährte Techniken, um LWL-Elemente in ein Rohr einzuführen, wobei sichergestellt ist, dass das Verfahren ökonomisch durchgeführt werden kann und die LWL-Elemente nicht beschädigt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente vor dem Einführen in das Kunststoffrohr gebündelt werden, wodurch das Einführen der LWL-Elemente in das Kunststoffrohr vereinfacht wird. Außerdem ermöglicht die Bündelung der LWL-Fasern auch eine zusätzliche Ausstattung des Bündels, wie noch beschrieben wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente mit Quellvlies oder Quellgarn umgeben, vorzugsweise verseilt, werden. Durch diese Ausstattung der LWL-Elemente kann in vorteilhafter Weise die Feuchtigkeit aufgenommen werden, die im Feld durch den Kunststoff des Kunststoffrohres hindurchdiffundieren kann und sich sonst im Laufe der Zeit in dem Kunststoffrohr als Wasseransammlung ausbilden könnte. Eine solche Wasseransammlung wäre insbesondere im Winter nachteilig, weil sich dann Eis bilden könnte, was zu einer Erhöhung der Dämpfung führen würde.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass über den Quellvlies oder dem Quellvlies eine gleitfähige Kunststoffolie, vorzugsweise aus Hostaphan®, gewickelt wird,

wodurch das Einblasen der LWL-Elemente erleichtert wird, so dass eine größere Länge an LWL-Fasern eingeblasen werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie mit Lücken um die Quellsäden oder das Quellvlies gewickelt wird. Auch dadurch wird das Einblasen der LWL-Elemente erleichtert, weil die Lücken einen Hohlraum zum Durchtritt der zum Einblasen verwendeten Druckluft darstellt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Bündel vor dem Einlauf in das Kunststoffrohr mit einem Gleitmittel, vorzugsweise Paraffin, Graphitpulver oder Talkumpuder, versehen wird, um die Kraft herabzusetzen, die zum Einführen der LWL-Elemente in das Kunststoffkabel erforderlich ist. Das Gleitmittel kann direkt beim Einlauf oder nach der Herstellung des LWL-Elementes auf einfache Weise angebracht werden, oder man füllt zunächst vor dem Einziehen oder Einblasen das Gleitmittel in das Kunststoffrohr ein. Das Gleitmittel kann auch auf der Außenhaut des LWL-Elementes aufgebracht werden, wenn es in fester Form, beispielsweise als Graphitpulver oder Talkumpuder vorliegt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Bündel mit einem weichen Überzug, vorzugsweise aus UV-Acrylat oder Silikon, versehen wird. Ein derartiger Überzug hat die gleichen Vorteile wie ein Gleitmittel, ist jedoch einfacher zu handhaben.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass über dem Überzug eine gleitfähige Schicht, vorzugsweise aus Teflon®, angebracht wird, wobei die Wirkung des vorstehend genannten Überzuges in Bezug auf die Gleitfähigkeit noch verbessert wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das die LWL-Elemente ungebündelt in das Kunststoffrohr eingeblasen werden, wobei die LWL-Fasern ohne großen zusätzliche Aufwand in das Kunststoffrohr eingeführt werden können.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass einzelne LWL-Fasern in das Kunststoffrohr eingeblasen werden, und dass die LWL-Fasern nach der Verlegung durch Füllen des Kunststoffrohres mit einem Schutzgel geschützt werden. Da ein Schutzgel einfach nach der Montage eingespritzt werden kann, ist dies eine vorteilhafte Möglichkeit, die LWL-Fasern zu schützen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das die LWL-Elemente als Kabel in das Kunststoffrohr eingeblasen werden, dadurch werden die LWL-Fasern in dem Element sicher zusammengefasst und eine Reibung zwischen den LWL-Fasern und dem Kunststoffrohr und damit die Möglichkeit einer Beschädigung der LWL-Fasern wird vermieden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass ein dielektrischer Ziehaden in dem Kunststoffrohr zum Einziehen des LWL-Elementes verwendet wird, wobei man vorteilhafterweise den Ziehaden bei der Herstellung des Kunststoffrohres einlaufen läßt. Die Verwendung eines Ziehfadens ist eine weitere vorteilhafte Art und Weise, um das LWL-Element in das Kunststoffrohr einzuführen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die

LWL-Elemente oder LWL-Fasern mit einem Ziehkopf, wobei als Ziehkopf vorzugsweise eine Kunststoffkugel verwendet wird, eingeführt werden. Durch den Ziehkopf wird in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass alle Fasern des LWL-Elementes, die am Anfang des Kunststoffrohres eingeführt werden, auch am Ende des Kunststoffrohres ankommen, und der Luftdruck beim Einblasen des LWL-Elementes oder die Kraft beim Einziehen des LWL-Elementes können herabgesetzt werden. Alternativ kann mit einer erhöhten Kraft eine wesentlich erhöhte Länge an LWL-Element in einem Durchgang eingeführt werden.

Ein selbsttragendes Kunststoffrohr gemäß der Erfindung zum Bestücken von Freileitungen mit LWL-Übertragungsleitungen ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr querdruckstabil und zugfest ausgeführt ist. Da das Kunststoffrohr separat von den LWL-Elementen hergestellt und auch installiert wird, lassen sich die Eigenschaften des Kunststoffrohres vorteilhaft auf den ins Auge gefassten Anwendungszweck abstimmen, das heißt die Querdruckstabilität und die Zugfestigkeit einerseits und das Gewicht des Kunststoffrohres pro Längeneinheit andererseits können für den speziellen Anwendungszweck optimiert werden. Da die LWL-Elemente nachträglich in das Rohr eingezogen werden, ist der Durchhang des Kunststoffrohres, der sich nach dessen Installation ergibt, nicht so kritisch wie bei der herkömmlichen Technologie unter Verwendung von LWL-ADSS-Kabeln.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr ein querdruckstabiles Innenrohr und ein Außenrohr aufweist. Durch die Verwendung eines Innenrohres und eines Außenrohres können die erwünschten Eigenschaften des Kunststoffrohres jeweils durch eines der beiden Rohrelemente bereitgestellt werden. So übernimmt beispielsweise das Innenrohr die Querdruckstabilität, während die Zugfestigkeit und andere erwünschte Eigenschaften des Kunststoffrohres durch das Außenrohr oder weitere Elemente des Kunststoffrohres übernommen werden können.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr aus einem Kunststoff mit einem Elastizitätsmodul von  $\geq 1500 \text{ N/mm}^2$  besteht. Kunststoffe mit einem derartigen Elastizitätsmodul sind für das Innenrohr besonders geeignet.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr aus Polyamid, vorzugsweise aus Polyamid 12, Hart-PVC oder HDPE besteht. Bei Verwendung dieser Kunststoffe ergibt sich in vorteilhafter Weise die gewünschte Querdruckstabilität des Innenrohres.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr aus einem Kunststoff mit Glasfaserverstärkung besteht. Auch glasfaserverstärkte Kunststoffe sind für das Innenrohr geeignet, um mit ausgereiften Technologien die gewünschte Querdruckstabilität zu erreichen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr aus einem Kunststoff mit Stützelementen besteht, wobei sich eine weitere günstige Möglichkeit ergibt, um die gewünschte Querdruckstabilität zu erreichen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr an seiner Innenseite Rillen oder Riefen aufweist. Selbstverständlich können die Abmessungen des Innenrohres den einzuziehenden oder einzublasenden LWL-Elementen angepaßt werden. Beim Anwenden der Einblasetechnik ist es vorteilhaft, wenn die Innenseite des Innenroh-

res Rillen oder Riefen aufweist, damit größere Einblaslängen erreicht werden können. Die Einblaslängen können 30-40% größer als bei Verwendung von innen glatten Innenrohren sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Außenrohr aus MDPE oder HDPE besteht, wobei diese Kunststoffe für den Zweck des Außenrohrs besonders geeignet sind, da sie sich leicht verarbeiten lassen und den erforderlichen Schutz für das Kunststoffrohr bereitstellen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass das Außenrohr auf das Innenrohr aufgespritzt ist, wodurch sich ein ausreichender Verbund zwischen den beiden Elementen des Kunststoffrohres ergibt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr eine Besspinnung aus zugfesten Fasern vorgesehen ist. Diese Besspinnung sorgt für die erforderliche Zugfestigkeit des Kunststoffrohres, wobei die Besspinnung durch bewährte Verfahren aufgebracht werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass die Besspinnung eine Kreuzwendelspinsinnung ist, die besonders vorteilhaft ist, um eine hohe Zugfestigkeit bei Verwendung von einer möglichst geringen Menge Besspinnungsmaterial zu erreichen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kunststoffrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass die Besspinnung aus Aramidgarn, Glasgarn oder einer Mischbesspinnung besteht, wobei die Materialien dafür bekannt sind, bei einer Besspinnung eine gute Zugfestigkeit zu gewährleisten. Eine vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente mit Quellvlies oder Quellgarn umgeben sind, um gegebenenfalls in das Kunststoffrohr eindiffundierende Feuchtigkeit aufzunehmen und damit die Eigenschaften der LWL-Übertragungsleitung auch bei niedrigen Umgebungsbedingungen zu gewährleisten.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente mit Quellfäden und/oder mit Quellvlies verseilt sind, was einen zusätzlichen Schutz für die LWL-Fasern gegen Feuchtigkeit und auch mechanische Beanspruchung ergibt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass über den Quellfäden oder dem Quellvlies eine gleitfähige Kunststoffolie vorgesehen ist, um die Gleitfähigkeit des LWL-Elementes in dem Kunststoffrohr zu verbessern und damit das Einführen des LWL-Elementes in das Kunststoffrohr zu erleichtern.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie aus Hostaphan® besteht, wobei sich dieser Werkstoff in vorteilhafter Weise die erwünschte Gleitfähigkeit einerseits und andererseits eine Absicherung für den Verbund zwischen LWL-Fasern und Quellfäden oder Quellvlies verbessert.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie mit Lücken auf den Quellfäden oder dem Quellvlies gewickelt ist. Mit dieser Ausgestaltung ist das LWL-Element besonders gut zum Einblasen in das Kunststoffrohr geeignet.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Bündel vor dem Einlauf in das Kunststoffrohr mit einem Gleitmittel, vorzugsweise aus Paraffin, Graphitpulver oder Talkumpulver, versehen ist. Dies bildet in vorteilhafter Weise eine Alternative zu den vorstehenden Ausgestaltungen mit einer

gleitfähigen Folie oder Oberflächenschicht.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Faserbündel mit einem weichen Überzug, vorzugsweise aus UV-Acrylat oder Silikon, versehen ist, wobei sich diese Materialien besonders als Gleitschicht auf dem LWL-Faserbündel eignen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass über dem Überzug eine gleitfähige Schicht, vorzugsweise aus Teflon®, angebracht ist, wodurch die Gleitfähigkeit des LWL-Elementes weiter erhöht wird.

Ein LWL-Element zum Einführen in ein Kunststoffrohr zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen ist dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Element ein LWL-Kabel ist. Wenn das LWL-Element ein Kabel ist, kann es einfacher in das Kunststoffrohr eingezogen oder eingeblassen werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des LWL-Elementes ist dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Kabel an seiner Außenseite Rillen oder Riefen aufweist. Durch die Rillen oder Riefen auf der Außenseite des LWL-Kabels wird dessen Einziehen oder Einblasen in das Kunststoffrohr erleichtert, weil die Reibung zwischen dem Kabel und dem Kunststoffrohr vermindert wird. Es können daher größere Längen an LWL-Kabel in das Kunststoffrohr eingeführt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nun anhand der beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1** einen Querschnitt durch ein Kunststoffrohr, welches zur Verwendung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren geeignet ist;

**Fig. 2** eine schematische Darstellung, wie ein LWL-Element mit einem Ziehkopf in ein Kunststoffrohr eingeblasen wird; und

**Fig. 3** eine Seitenansicht eines LWL-Elementes, welches sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet.

Das Kunststoffrohr gemäß **Fig. 1** besteht aus einem Innenrohr 2, einer Garnbesspinnung 4 und einem Außenrohr 6. Die Abmessungen des Innenrohres 2 können dem einzuziehenden LWL-Element angepaßt werden. Das Innenrohr 2 ist vorzugsweise an seiner Innenseite 6 mit Rillen 8 oder Riefen versehen, um beim Einführen des LWL-Elementes, insbesondere beim Einblasen des LWL-Elementes, größere Längen einführen zu können.

Das Innenrohr 2 besteht aus einem Kunststoff mit hoher Festigkeit, beispielsweise Polyamid 12 (Produktname GRI-LAMID TR 55® DuPont) oder aus einem anderen Werkstoff mit ähnlichen Eigenschaften, beispielsweise aus einem Kunststoff mit einem Elastizitätsmodul  $E_{mod} \geq 1500 \text{ N/mm}^2$ . Der Kunststoff des Innenrohres 2 kann mit Glasfasern gefüllt sein. Als Kunststoff kann auch PE, in dem Stützelemente eingelagert sind, verwendet werden.

Die Besspinnungsschicht 4 besteht aus einer Besspinnung aus Aramidgarnen, Glasgarnen oder aus einer Mischbesspinnung, wobei die Garne mit Kreuzhaltewendel-Technik aufgebracht werden.

Der Außenrohr 6 besteht vorzugsweise aus MDPE oder HDPE und ist direkt auf das Innenrohr 2 aufgespritzt.

Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, wird ein LWL-Element 10, bei dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel ein LWL-Faserbündel, welches in einem Ziehkopf 12, der eine Kunststoffkugel sein kann, zusammengefasst ist. Wird ein derartiger Ziehkopf 12 beim Einblasen des LWL-Elementes verwendet, wird weniger Druckluft benötigt, die, wie durch die Druckluft-Strömungen 14, 16 angedeutet ist, in das Kunststoffrohr 1 eingeblasen wird. Wenn als Ziehkopf eine Kunst-

stoffkugel verwendet wird, können die Glasfasern in die Kugel eingeklebt werden. Der Außendurchmesser der Kugel wird dann so gewählt, dass noch genügend Druckluft an der Kugel vorbeiströmen kann, beispielsweise kann der Innendurchmesser des Innenrohres 27 mm und der Durchmesser des Ziehkopfes 6-6,5 mm betragen.

Fig. 3 zeigt ein LWL-Element zum Einführen in das Kunststoffrohr 1, welches sich zum einen auch zum Einführen in Kunststoffrohre eignet, die auf ihrer Innenseite glatt sind, und welches andererseits einen Schutz gegen in das Kunststoffrohr eindiffundierende Feuchtigkeit bietet. Wenn das Innenrohr 2 aus spritztechnischen oder verfahrenstechnischen Gründen innen glatt ausgeführt ist, kann auch das Einblaselement mit "Rillen" versehen werden. Dazu wird das LWL-Faserbündel 20 mit Quellsäden und/oder einem Quellvlies 22 verseilt, wobei die LWL-Fasern vorzugsweise leicht SZ verseilt und das Quellvlies längs einlaufend angeordnet wird. Über dem Quellvlies 22 ist eine Hostaphanfolie 24 mit offenen Stellen, das heißt mit einem Abstand H (Fig. 3) gewickelt, um den Austritt der Quellfüllmasse bei Zutritt von Feuchtigkeit zu ermöglichen. Die Hostaphanfolie ist als Band gewickelt und hat gute Gleiteigenschaften.

Als Alternative zu dem in Fig. 3 gezeigten LWL-Element kann das LWL-Faserbündel in einen weichen Überzug oder ein Coating eingebettet werden, beispielsweise aus UV-Acrylat oder Silikon-Coating, wenn kein Quellsittel verwendet wird. Über dem Überzug kann dann eine dünne gleitfähige Schicht, beispielsweise aus Teflon, gespritzt sein, um möglichst wenig Reibung beim Einführen des LWL-Elementes in das Kunststoffrohr zu erhalten.

Wenn keine Gleitschicht in Form einer schützenden Umhüllung vorgesehen ist, kann das gecoatete LWL-Faserbündel direkt beim Einlauf oder nach der Herstellung mit einem Gleitsittel, beispielsweise Paraffin, versehen werden. Als Gleitsittel in fester Form kommt auch beispielsweise Graphitpulver oder Talkumpuder in Frage, welches auf die Außenhaut des LWL-Bündels aufgebracht wird. Es ist auch möglich, das Gleitsittel vor dem Einführen des LWL-Elementes in das Kunststoffrohr einzufüllen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen, **dadurch gekennzeichnet**, dass selbsttragende Kunststoffrohre an der Freileitungsanlage installiert werden, und dass danach die Kunststoffrohre mit LWL-Elementen bestückt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr an Trag- oder Abspannmasten der Freileitung über Abspannschrauben abgespannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu den Abspannschrauben Unterspiralen verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffrohre an den Masten durch Kunststoffrohrverbinder miteinander verbunden werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente in das Kunststoffrohr eingeblasen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente in das Kunststoffrohr eingeblasen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente vor dem Einführen in das Kunststoffrohr gebündelt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente mit Quellvlies oder Quellsäden umgeben werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente mit Quellsäden oder mit Quellvlies verseilt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass über den Quellsäden oder dem Quellvlies eine gleitfähige Kunststoffolie, vorzugsweise aus Hostaphan®, gewickelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie mit Lücken um die Quellsäden oder das Quellvlies gewickelt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Bündel vor dem Einlauf in das Kunststoffrohr mit einem Gleitsittel versehen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Gleitsittel Paraffin, Graphitpulver oder Talkumpuder verwendet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Bündel mit einem weichen Überzug, vorzugsweise aus UV-Acrylat oder Silikon, versehen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, dass über dem Überzug eine gleitfähige Schicht, vorzugsweise aus Teflon®, angebracht wird.

16. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das die LWL-Elemente ungebündelt in das Kunststoffrohr eingeblasen werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne LWL-Fasern in das Kunststoffrohr eingeblasen werden, und dass die LWL-Fasern nach der Verlegung durch Füllen des Kunststoffrohres mit einem Schutzgel geschützt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das die LWL-Elemente als Kabel in das Kunststoffrohr eingeblasen werden.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein dielektrischer Ziehfaden in dem Kunststoffrohr zum Einziehen des LWL-Elementes verwendet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass man den Ziehfaden bei der Herstellung des Kunststoffrohres einlaufen lässt.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente oder LWL-Fasern mit einem Ziehkopf eingeführt werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass als Ziehkopf eine Kunststoffkugel verwendet wird.

23. Selbsttragendes Kunststoffrohr zum Bestücken von Freileitungen mit LWL-Übertragungsleitungen, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr querdrukstabil und zugfest ausgeführt ist.

24. Kunststoffrohr nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr ein querdrukstabilisiertes Innenrohr (2) und ein Außenrohr (6) aufweist.

25. Kunststoffrohr nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (2) aus einem Kunststoff mit einem Elastizitätsmodul von  $\geq 1500 \text{ N/mm}^2$  besteht.

26. Kunststoffrohr nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (2) aus Polyamid, vorzugsweise aus Polyamid 12, Hart-PVC oder HDPE besteht.

27. Kunststoffrohr nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (2) aus einem

Kunststoff mit Glasfaserverstärkung besteht.

28. Kunststoffrohr nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (2) aus einem Kunststoff mit Stützelementen besteht.

29. Kunststoffrohr nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (2) an seiner Innenseite Rillen (8) oder Riefen aufweist. 5

30. Kunststoffrohr nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Außenrohr (6) aus MDPE oder HDPE besteht. 10

31. Kunststoffrohr nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Außenrohr (6) auf das Innenrohr (2) aufgespritzt ist.

32. Kunststoffrohr nach einem der Ansprüche 24 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Außenrohr (6) und dem Innenrohr (2) eine Bespinnung (4) aus zugfesten Fasern vorgesehen ist. 15

33. Kunststoffrohr nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Bespinnung (4) eine Kreuzwendelbespinnung ist. 20

34. Kunststoffrohr nach Anspruch 32 oder 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Bespinnung (4) aus Aramidgarn, Glasgarn oder einer Mischbespannung besteht.

35. LWL-Element mit mehreren Lichtwellenleitern zum Einführen in ein Kunststoffrohr zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen, dadurch gekennzeichnet, dass die LWL-Elemente (20) mit Quellvlies und/oder Quellgarn (22) umgeben, vorzugsweise verseilt, sind. 25

36. LWL-Element nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass über den Quellfäden und/oder dem Quellvlies (20) eine gleitfähige Kunststoffolie (24), vorzugsweise aus Hostaphan®, vorgesehen ist. 30

37. LWL-Element nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie (24) mit Lücken (H) auf den Quellfäden oder dem Quellvlies (20) gewickelt ist. 35

38. LWL-Element nach einem der Ansprüche 35 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Bündel vor dem Einlauf in das Kunststoffrohr mit einem Gleitmittel, vorzugsweise Paraffin, Graphitpulver oder Talkumpuder, versehen ist. 40

39. LWL-Element nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserbündel mit einem weichen Überzug, vorzugsweise aus UV-Acrylat oder Silikon, versehen ist. 45

40. LWL-Element nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass über dem Überzug eine gleitfähige Schicht, vorzugsweise auf Teflon®, angebracht ist.

41. LWL-Element zum Einführen in ein Kunststoffrohr zum Bestücken von Freileitungsanlagen mit LWL-Übertragungsleitungen, dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Element ein LWL-Kabel ist. 50

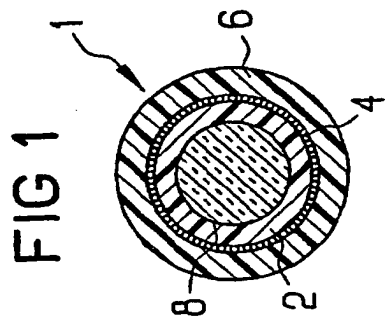
42. LWL-Element nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass das LWL-Kabel an seiner Aussenseite Rillen oder Riefen aufweist. 55

---

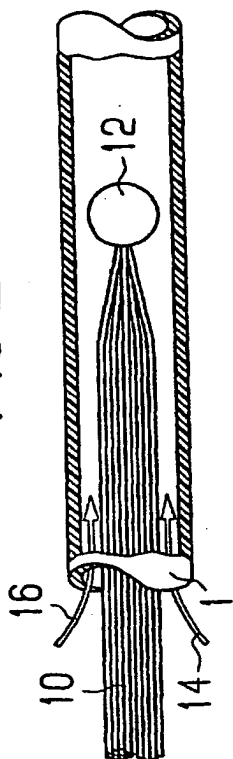
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

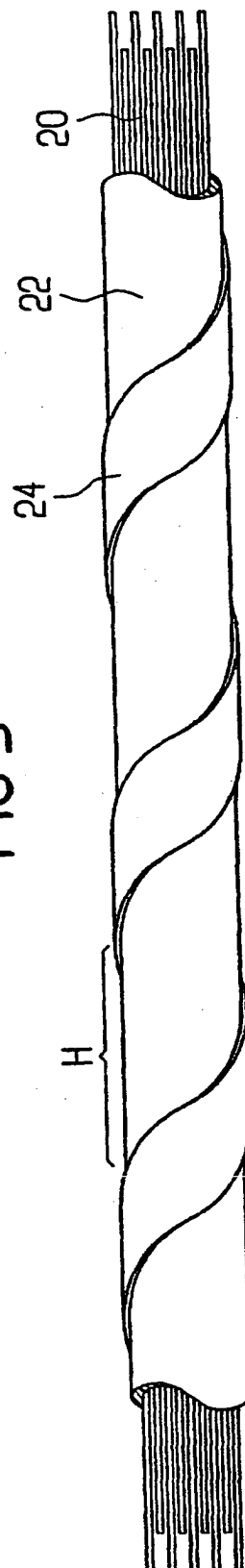
- Leerseite -



**FIG 2**



**FIG 3**





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**